

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-264833

(43)公開日 平成5年(1993)10月15日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

G 0 2 B 6/12

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

C 7036-2K

M 7036-2K

H 0 1 L 27/15

8934-4M

審査請求 未請求 請求項の数15(全 13 頁)

(21)出願番号 特願平4-356871

(22)出願日 平成4年(1992)12月22日

(31)優先権主張番号 特願平3-356326

(32)優先日 平3(1991)12月24日

(33)優先権主張国 日本(J P)

(71)出願人 000005810

日立マクセル株式会社

大阪府茨木市丑寅1丁目1番88号

(72)発明者 小山 栄二

大阪府茨木市丑寅一丁目1番88号 日立マ  
クセル株式会社内

(72)発明者 鳥取 猛志

大阪府茨木市丑寅一丁目1番88号 日立マ  
クセル株式会社内

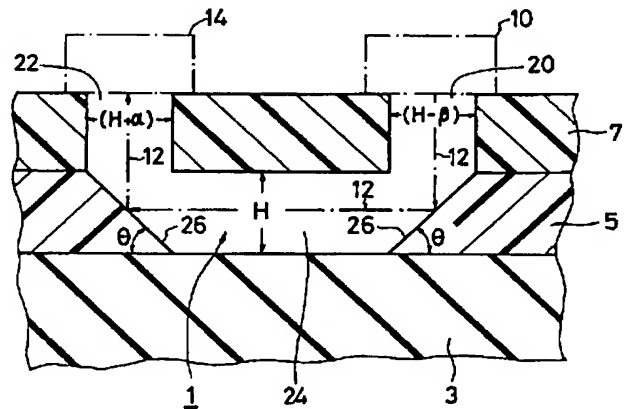
(74)代理人 弁理士 梶山 信是 (外1名)

(54)【発明の名称】 光表面実装用基板およびその製造方法

(57)【要約】

【目的】 基板内に光導波路を有する、量産に適した大面積の光表面実装基板を提供すること。

【構成】 少なくとも光素子とその表面に実装するための光導波路を形成した基板において、前記光導波路は前記基板表面に開口する光信号入口部と光信号出口部を有し、この光信号入口部と光信号出口部を連通する、基板表面と概ね平行で水平な光信号伝搬路を基板内に有し、該光信号伝搬部の両端は $30 \sim 60^\circ$ の範囲内の傾斜角度を有する斜面状に形成されており、光信号伝搬部の高さがHである場合、光信号入口部の開口幅は $(H - \beta)$ であり、光信号出口部の開口幅は $(H + \alpha)$ であり、ここで、 $(H + \alpha) \geq (H - \beta)$ の関係を有する。このような基板はネガ型またはポジ型ホトレジストを用いたホトリソグラフィーにより容易に大量に製造することができる。基板を挟んだ両面型実装基板も可能である。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも光素子をその表面に実装するための光導波路を形成した基板において、前記光導波路は前記基板表面に開口する光信号入口部と光信号出口部を有し、この光信号入口部と光信号出口部を連通する、基板表面と概ね平行で水平な光信号伝搬路を基板内に有し、該光信号伝搬部の両端は  $30 \sim 60^\circ$  の範囲内の傾斜角度を有する斜面状に形成されており、光信号伝搬部の高さが  $H$  である場合、光信号入口部の開口幅は  $(H - \beta)$  であり、光信号出口部の開口幅は  $(H + \alpha)$  であり、ここで、 $(H + \alpha) \geq (H - \beta)$  の関係を有することを特徴とする光表面実装用基板。

【請求項 2】 光導波路の内表面には光反射膜が形成されている請求項 1 の光表面実装用基板。

【請求項 3】 光導波路の内部には透明材料が充填されている請求項 1 の光表面実装用基板。

【請求項 4】 基板上にネガ型またはポジ型の第 1 のホトレジスト層を塗布し、これを、光導波路の水平光信号伝搬部に対応するパターンを有する第 1 のホトマスクを通して垂直露光し、次いで、水平光信号伝搬部の両端の傾斜面に対応するパターンを有する第 2 のホトマスクを通して、 $30^\circ \sim 60^\circ$  の範囲内の角度で斜め露光し、その後、この露光済み基板を溶剤に浸漬して現像し、該第 1 のレジスト層中に光導波路の水平信号伝搬部に対応するパターンを形成し、該パターン内に透明材料を充填して埋め戻し、その上に第 2 のホトレジスト層を塗布し、これを光導波路の光信号入口部および出口部に対応するパターンを有する第 2 のホトマスクを通して垂直露光し、その後、この露光済み基板を溶剤に浸漬して現像し、光導波路の光信号入口部および出口部となる垂直な開口を形成し、次いで、光導波路の水平信号伝搬部のパターン内に充填されている埋め戻し材料を除去することにより光導波路を形成することを特徴とする光表面実装用基板の製造方法。

【請求項 5】 形成された光導波路内面に反射膜を形成する工程を更に含む請求項 4 の製造方法。

【請求項 6】 反射膜の形成された光導波路内に透明材料を充填する工程を更に含む請求項 5 の製造方法。

【請求項 7】 少なくとも光素子をその表面に実装するための光導波路を形成したプリント基板の製造方法において、基板が熱可塑性樹脂で形成され、予め光導波路に相当するパターンを形成した転写型表面の形状を転写することで導波路を基板表面に形成することを特徴とする光表面実装用基板の製造方法。

【請求項 8】 前記転写が樹脂または転写型の少なくとも何れか一方を樹脂の軟化点以上に加熱した状態で行われる請求項 7 の製造方法。

【請求項 9】 転写された光導波路パターンの少なくとも一部に金属反射膜を形成する工程を更に含む請求項 7 の製造方法。

【請求項 10】 光導波路パターンを透明樹脂で充填する工程を更に含む請求項 7 の製造方法。

【請求項 11】 少なくとも光素子をその表面に実装するための光導波路を形成したプリント基板の製造方法において、基板が熱硬化性樹脂で形成され、樹脂の重合時に予め光導波路に相当するパターンを形成した転写型表面の形状を転写することで導波路を基板表面に形成することを特徴とする光表面実装用基板の製造方法。

【請求項 12】 少なくとも光素子をその表面に実装するための光導波路を形成したプリント基板の製造方法において、基板の少なくとも一部が熱硬化性樹脂で形成され、樹脂の重合時に予め光導波路に相当するパターンを形成した転写型表面の形状を転写することで導波路を基板表面に形成することを特徴とする光表面実装用基板の製造方法。

【請求項 13】 少なくとも光素子をその表面に実装するための光導波路を形成した基板において、基板の表面に発光用光素子を有し、基板の反対側の表面に受光用光素子を有し、発光用光素子および受光用光素子は、発光用光素子の発光部より放射された光が直進して、基板の反対側の表面の受光用光素子の受光部に入射するように基板上に位置決めされていることを特徴とする両面型光表面実装用基板。

【請求項 14】 発光用光素子および受光用光素子は基板を挟んで、発光用光素子の発光部と受光用光素子の受光部が対向するように、基板上に位置決めされている請求項 13 の両面型光表面実装用基板。

【請求項 15】 発光用光素子および受光用光素子は基板を挟んで、発光用光素子の発光部と受光用光素子の受光部が対向するように、基板上に位置決めされている請求項 13 の両面型光表面実装用基板。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は光表面実装基板に関する。更に詳細には、光導波路が内部に形成された光表面実装基板に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、光通信の用途拡大にともない、光ファイバーと発光素子、受光素子、光増幅器等の光素子との接続技術の必要性が高まっている。

【0003】 例えば、米国特許第 5 0 1 7 9 8 6 号明細書には光素子の実装基板が開示されている。これは光ファイバーなどの個別の導波路を使わずに光信号を素子間でやり取りすることのできる実装基板である。この明細書によれば、先ず透明な材料で基板を作り、内部に特定の角度をつけた反射チャネルを形成し、このチャネルの斜面を光反射性物質で被覆する。一方の光素子から発射された光信号は透明板の中を伝搬し、適当に反射を繰り返して目的の光素子に到達することができる。しかし、この実装基板では素子の位置決めの問題があり、また、

基板を形成する透明材料も不明確である。

【0004】別の技術として、最近では、例えば、“実装技術” Vol. 6, No. 8, p9-13(1990)に示されるような導波路を形成した基板上に光素子を表面実装する光表面実装基板が提唱されている。このような基板を使用すれば、従来から行われていた光素子と光ファイバーとの非常に手間のかかる光軸合わせを伴う接続作業が非常に簡素化される。しかし、この基板を実現する際に問題となる大面積と量産性を両立しうる基板構造については明らかにされていない。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】従って、本発明の目的は、基板内に光導波路を有する、量産に適した大面積の光表面実装基板を提供することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するために、本発明では、少なくとも光素子をその表面に実装するための光導波路を形成した基板において、前記光導波路は前記基板表面に開口する光信号入口部と光信号出口部を有し、この光信号入口部と光信号出口部を連通する、基板表面と概ね平行で水平な光信号伝搬路を基板内に有し、該光信号伝搬部の両端は $30 \sim 60^\circ$ の範囲内の傾斜角度を有する斜面状に形成されており、光信号伝搬部の高さがHである場合、光信号入口部の開口幅は $(H - \beta)$ であり、光信号出口部の開口幅は $(H + \alpha)$ であり、ここで、 $(H + \alpha) \geq (H - \beta)$ の関係を有することを特徴とする光表面実装用基板を提供する。光導波路の内表面には光反射膜が形成されており、また、光導波路の内部には透明材料が充填されていることが好ましい。前記のような光導波路は基板上に塗布したポジ型またはネガ型ホトレジストをマスクパターンを介して露光することにより形成できる。また、その際、レジストの斜め方向からマスクパターンを介して露光することにより、導波路の光信号伝搬部両端に所定の角度の光信号反射用傾斜面を形成することができる。別法として、基板が熱可塑性樹脂で形成され、予め光導波路に相当するパターンを形成した転写型表面の形状を転写することで導波路を形成するか、または、基板の全部または一部が熱硬化性樹脂で形成され、樹脂の重合時に予め光導波路に相当するパターンを形成した転写型表面の形状を転写することで導波路を形成することもできる。更に、基板の両面に、それぞれ対向または対応するように、光素子の受光部および発光部を位置決めした両面型光表面実装用基板も使用できる。

【0007】

【作用】前記のように、本発明の光表面実装用基板によれば、光信号は基板内に形成された光導波路を反射し、素子間に伝達される。これにより、基板表面に実装される光素子の配置の設計自由度が高まるばかりか、面倒で

る。また、基板の両面に実装された2個の光素子のうち少なくとも一方の発光部と他方の受光部が相対するように位置決めし、光を途中で反射または屈折させることなく、直進させるだけで光授受を可能にすることもできる。更に、本発明によれば、光導波路を有する大面積の光表面実装用基板を常用のホトリソグラフィ技術により容易に大量生産することができる。また、予め光導波路に相当するパターンが形成された転写型を用いて基板表面に光導波路を転写することによっても、光表面実装用基板を安価に大量生産することができる。

【0008】

【実施例】以下、図面を参照しながら本発明を更に詳細に説明する。図1は基板内に光導波路が形成された本発明の光表面実装用基板の一例の部分概要断面図である。図示されているように、光導波路1は基板3の上に、第1の硬化レジスト層5および第2の硬化レジスト層7により画成されている。この光導波路1は、例えば、発光素子のような光素子10から発射された光信号12を受光素子のような光素子14に伝達する目的に使用される。このため、本発明の光導波路1は、発光素子側の光信号入口部20と受光素子側の光信号出口部22を有し、更に、この入口部と出口部をつなぐ、基板表面と概ね平行で水平な光信号伝搬部24を有する。この光信号伝搬部の両端は $30 \sim 60^\circ$ の範囲内の角度 $\theta$ を有する傾斜面26、26が形成されている。従って、入口部20から導波路内に入った光信号は前方傾斜面26で反射されて伝搬部24内を水平に伝搬され、後方傾斜面26で反射されて出口部22から出ていく。

【0009】図1において、光信号伝搬部24の高さをHとすると、光信号入口部20の開口幅は $(H - \beta)$ であり、光信号出口部22の開口幅は $(H + \alpha)$ である。そして、 $(H + \alpha) \geq (H - \beta)$ の関係を満たさなければならない。すなわち、入口よりも出口のほうが大きな開口であることが好ましい。これは、入口から入った光信号が垂直に入射せず、傾斜していた場合、伝搬部を水平に伝搬されず、底面および天井面で乱反射されながら伝搬されることがある。このような不都合な場合でも、出口側の開口が大きいと入射した光のかなりの部分が導波路から出ていくことができる。

【0010】特に限定されるわけではないが、 $\theta$ は $45^\circ$ が最も好ましい。

【0011】図2は光導波路1の内面に反射膜30を設け、更に、導波路内に透明樹脂32を充填させた光表面実装用基板の一例の部分概要断面図である。反射膜30は少なくとも傾斜面26にだけ形成することもできる。反射膜30は光信号の伝送率を向上するのに有用であり、また、透明樹脂は光導波路内の汚れを防止するのに有用である。

【0012】反射膜30の材質および膜厚は特に限定されない。一例として、反射膜は銀または金などから形成

することができる。また、形成方法も特に限定されることはなく、金属薄膜を形成することができる方法ならば全て使用することができる。例えば、メッキ法（例えば、無電解メッキ法）、蒸着法またはスパッタ法などにより形成することができる。反射膜の膜厚は、メッキ法の場合、20 nm～20000 nmの範囲内であり、蒸着法またはスパッタ法の場合は5 nm～200 nmの範囲内であることが好ましい。

【0013】導波路内に充填される透明樹脂の材質も特に限定されない。一例として、ジシクロペンタジエニルジアクリレート100重量部と2-ヒドロキシ-2-メチル-1-フェニルプロパン-1-オン2重量部の混合物またはフェニルメタクリレート100重量部と2,2'-アゾビスイソブチロニトリル2重量部の混合物などが好適に使用できる。これらの樹脂は充填する際には液状であり、充填後に熱、光（例えば、紫外線）または電磁線などにより3次元網状重合して硬化することができるものが好ましい。

【0014】次に、本発明の光表面実装用基板に光導波路を形成する方法について説明する。一般的に説明すれば、本発明による光導波路はポジ型またはネガ型ホトレジストの何れかをを用いたホトリソグラフィにより形成できる。

【0015】図3～図13は図1および図2に示されるような光表面実装用基板をネガ型ホトレジストを用いて製造する方法の一例を示す工程図である。

【0016】図3において、まず、基板3の上面に第1のレジスト層5となるべきホトレジストを塗布する。基板3の材質などは特に限定されない。一例として、シリコン基板などが好適に使用される。その他の基板、例えば、ソーダガラス、石英ガラス、熱硬化エポキシ基板、アルミ、ステンレス、銅基板なども使用できる。基板3の厚さも特に限定されない。光表面実装用基板として必要十分な厚さを有すれば良い。ホトレジストには光の照射により溶け易くなるポジ型と、溶け難くなるネガ型があるが、図3に示された実施例のホトレジストはネガ型である。このようなネガ型ホトレジスト材料自体は公知であり、各社から市販されている。例えば、環化ゴムとアジド化合物からなるOMR-83、-85（東京応化）、CIR-701、-707（日本合成ゴム）、KMR-747、-752（コダック社）およびウエイコートHRシリーズ（富士ハント社）または非膨潤性ネガ型レジストとしてONNR-20（東京応化）、MRLおよびMRG（日立）、RU1000N（日立化成）などを使用することができる。ホトレジストの塗布方法も特に限定されない。バーコートなど任意の塗布方法を使用することができる。第1のホトレジスト層の塗布厚さは形成される光導波路の光信号伝搬部の高さ（図1における“H”）により制限される。従って、基板設計の段階で光信号伝搬部の高さが決定されれば、自ずから第1

のホトレジスト層の塗布厚さも規定される。

【0017】図4は図3に示された第1のホトレジスト層を垂直露光する工程の模式図である。第1のホトレジスト層5の上部に第1のホトムスク34を配置し、このマスク上から平行光を照射し、レジストを露光する。レジストがネガ型なので、光導波路形成部分に光が当たらないように、マスク34は光導波路形成部分に対応する位置が遮光されるパターンを有する。

【0018】図5は図4で垂直露光されたレジストを第2のホトムスク36を通して、 $30^\circ < \theta < 60^\circ$ の照射角度で斜め露光する工程の模式図である。この斜め照射の際の光線入射角度は $45^\circ$ が最も好ましい。導波路の設計によっては別の角度も使用できる。例えば、照射角度を $60^\circ$ とすると、導波路界面の全反射を使いやすくなるが、その反面、光路長によっては戻り光が発生しやすくなるため、設計に十分な注意が必要となる。図5に示された斜め露光工程では回路上の他の部分が露光されないように斜め露光用のホトムスク36を使用しているが、配線パターンによっては必ずしも使用する必要はない。また、図5ではマスクと基板の間に空隙を置いて露光しているが、斜め露光の際、配線長が変化するのを防ぐために密着露光でおこなうこともできる。更に、配線長変化を防ぐためには、斜め露光時、配線長変化を補正するようマスクおよび基板の少なくとも何方か一方の位置を移動させてもよい。図5では、斜め露光用ホトムスク36は垂直露光用ホトムスク34の上部に積重されて使用されているが、垂直露光用マスク34を除いて、斜め露光用マスク36を単独で使用することもできる。一方の側からの斜め露光が終了したら、次に他方の側からの斜め露光を前記と同様の手順で行う。

【0019】図5で斜め露光が完了したレジストを適当な溶剤に浸漬し、未露光ホトレジスト38を溶解除去し、パターンを現像する。このようにして形成された導波路パターン40を有する基板を図6に示す。ネガ型レジストのパターン現像に使用される溶剤は一般的に無極性溶剤、例えば、酢酸セロソルブ、酢酸n-ブチル、n-ヘキサン、シクロヘキサン、シクロヘキサノンなどであり、これらは当業者に周知である。

【0020】図7は、図6で形成された導波路パターン40を埋め戻す工程を示す。埋め戻しに使用される材料は特に限定されないが、必要に応じて除去できるものでなければならない。一例として、ワックス等の樹脂を使用することができる。このパターン埋めは光導波路が一層のみで、かつ、その上に積層するホトレジストにシート状のものをを用いる場合は必要ない。しかし、特に光導波路を多層化する場合は上層を露光する際の導波路界面からの反射光による配線不良を防止するために必須となる。

【0021】図8は、図7で埋め戻された導波路パターンを有する第1のレジスト層5の上面に第2のレジスト

層 7 を上塗りする工程を示す。第 2 のレジスト層 7 の膜厚は特に限定されない。第 2 のレジスト層形成材料は第 1 のレジスト層と異なるものを使用することもできるが、同一であることが好ましい。別法として、この第 2 のレジスト層は、前記のように、シート状であってもよい。シート状である場合、光反射性金属薄膜であることもできる。

【 0 0 2 2 】次に、光信号入口部および出口部の対応する部分のみマスキングした第 3 のホトマスク 4 2 を介して、第 2 のレジスト層 7 を垂直露光する。この工程を図 9 に示す。垂直露光の具体的方法は図 4 における垂直露光工程の方法と大体同じである。

【 0 0 2 3 】露光済みのレジストを適当な溶剤に浸漬し、未露光ホトレジストを溶解除去し、パターンを現像する。このパターン現像の具体的方法は図 6 におけるパターン現像工程の方法と大体同じである。このようにして得られた基板を図 1 0 に示す。

【 0 0 2 4 】次に、図 1 0 の基板を加熱するか、または、適当な溶剤で洗浄してパターン埋めした樹脂を除去すると、図 1 1 に示されるような本発明の光導波路 1 を有する基板が得られる。

【 0 0 2 5 】その後、必要に応じて、光導波路の内面にメッキ等の常法により反射膜 3 0 を形成することができる（図 1 2 参照）。別法として、蒸着法またはスパッタ法により、光信号伝搬部 2 6（図 1 参照）にのみ反射膜 3 0 を形成することもできる。また、反射膜形成は、図 6 に示される導波路パターン 4 0 の形成後で、パターン埋めする前に行うこともできる。パターン埋めする前に反射膜を形成し、更に、後記するように光導波路を多層化する場合、上層を露光する際の導波路反斜膜からの反射光による配線不良を防止するため、照射光を吸収する樹脂（例えば、紫外線吸収剤の 2 -（2' - ヒドロキシ - 5' - メチルフェニル）ベンゾトリアゾール 0. 5wt % を添加したポリ塩化ビニル）でパターン埋めを行う必要がある。

【 0 0 2 6 】最後に、必要に応じて、光導波路 1 の汚れ防止のため、導波路内部に透明樹脂 3 2 を充填する（図 1 3 および図 2 参照）。なお、光導波路内面に反射膜を形成しない場合や、水平信号伝搬部の傾斜面だけに反射膜を形成した場合、および、各層のパターン形成時に反射膜を形成した場合は、導波路に反射膜が形成されない箇所が生じるためこの透明樹脂充填が必須となる。この場合、レジストに低屈折率の材料を使用し、最後に導波路全体を高屈折率の材料で充填する必要がある。このような透明樹脂の材質自体は特に限定されないが、一例として、フェニルメタクリレート 1 0 0 重量部と 2, 2' - アゾビスイソブチロニトリル 2 重量部の混合物などを好適に使用することができる。

【 0 0 2 7 】図 1 4 ~ 図 3 0 はポジ型レジストによる重層タイプの光表面実装用基板の製造例の一例を示す工程

図である。

【 0 0 2 8 】前記の図 3 に示されたように基板 3 の上面にポジ型ホトレジストからなる第 1 のレジスト層 5 0 を積層した後、第 1 のホトマスク 5 2 を通して第 1 のレジスト層を垂直露光する（図 1 4 参照）。ポジ型レジストの場合、光の照射を受けた部分が溶け易くなる。従って、第 1 のホトマスク 5 2 では、導波路パターン部分に対応する位置に光線を通過させる開口部が設けられている。このようなポジ型レジストは当業者に周知である。例えば、フェノール樹脂とキノンジアジド（例えば、オーナフトキノンジアジド）からなる、AZ - 1 3 5 0, - 1 4 0 0（シブレー社）、OFPR - 7 7, - 8 0 0, - 5 0 0 0（東京応化）、PFR - 3 0 0 3（日本合成ゴム）、HPR - 2 0 4, - 2 0 6（富士ハント）およびKMPR - 8 0 9, - 8 2 0（コダック社）などが好ましい。ホトレジストがポジ型であることおよびホトマスクの構成が異なることを除けば、その他の点は図 3 および図 4 に示した工程について説明した通りである。

【 0 0 2 9 】その後、第 2 のホトマスク 5 4 を通して斜め露光する（図 1 5 参照）。斜め露光の具体的条件も図 4 における斜め露光と大体同一である。

【 0 0 3 0 】斜め露光完了後、レジストをアルカリ水溶液（例えば、0. 5 % 炭酸ナトリウム水溶液など）に浸漬し、露光部分を溶解除去しパターン現像することにより第 1 の導波路パターン 5 6 を有する図 1 6 に示されるような基板を得る。その後、図 7 で説明したように、この導波路パターンを埋め戻す（図 1 7 参照）。そして、埋め戻された第 1 のレジスト層 5 6 上に、第 1 のレジスト層構成材料と同一の、または、異なるポジ型ホトレジストからなる第 2 のホトレジスト層 5 8 を塗布することにより積層する（図 1 8 参照）。次いで、第 2 のホトマスク 6 0 を通して、第 1 の導波路の光信号入口部および光信号出口部に対応する部分の第 2 のホトレジスト層 5 8 を垂直露光する（図 1 9 参照）。その後、この基板をアルカリ水溶液に浸漬し、露光部分を溶解除去しパターン現像する（図 2 0 参照）。第 2 のレジスト層中に出現した第 1 の導波路の光信号入口部および光信号出口部を第 1 のレジスト層中の第 1 の導波路パターン 5 6 の埋め戻しに使用された材料と同一、または異なる材料で埋め戻す（図 2 1 参照）。

【 0 0 3 1 】図 2 1 に示されるような第 1 の導波路パターン 5 6 が完成された基板上に更に別の導波路パターンを積重させることができる。図 2 2 に示されるように、第 2 のレジスト層 5 8 上に第 3 のホトレジスト層 6 2 を塗布することにより積層する。この第 3 のホトレジスト層は先の第 1 および第 2 のホトレジスト層構成材料と同一または異なるポジ型ホトレジスト材料を使用することができる。次いで、第 3 のホトマスク 6 4 を通して第 3 のレジスト層を垂直露光する（図 2 3 参照）。第 3 のホ

トマスク 6 4 では、第 3 のレジスト層中に形成される第 2 の導波路パターン部分に対応する位置の他、第 1 の導波路パターン 5 6 の光信号入口部と出口部に対応する位置にも光線を通して開口部が設けられている。その後、第 4 のホトマスク 6 6 を通して、第 3 のホトレジスト層中に形成される第 2 の導波路パターン部分の両端部を斜め露光する (図 2 4 参照)。次いで、この基板をアルカリ水溶液に浸漬し、露光部分を溶解除去し、パターン現像することにより第 3 のホトレジスト層中に第 2 の導波路パターン 6 8 と、第 1 の導波路パターンの光信号

入口部および出口部に対応する位置に開口を形成する (図 2 5 参照)。その後、第 2 の導波路パターンと前記開口を埋め戻し (図 2 6 参照)、その上に第 4 のホトレジスト層 7 0 を塗布し、積層する (図 2 7 参照)。第 4 のホトレジスト層を積層した後、第 4 のホトマスク 7 2 を通して、第 1 の導波路パターン 5 6 の光信号入口部と出口部に対応する位置および第 2 の導波路パターン 6 8 の光信号入口部と出口部に対応する位置を垂直露光する (図 2 8 参照)。次いで、この基板をアルカリ水溶液に浸漬し、第 4 のホトレジスト層 7 0 の露光部分を溶解除去し、パターン現像する (図 2 9 参照)。最後に、図 2 9 の基板を加熱するか、または、適当な溶剤で洗浄してパターン埋めした樹脂を除去すると、図 3 0 に示されるような重層構造の本発明の光導波路を有する基板が得られる。その後、必要に応じて、図 1 2 および図 1 3 の示されるような、メッキによる反射膜形成および透明樹脂による導波路充填を行うこともできる。

【0032】前記のように、光導波路の積重数自体はレジストを重ねていくことにより任意に増加することができる。従って、光導波路の積重数は基板の設計段階で自

ずから決定される。

【0033】工程として特に図示されていないが、レジストを塗布する前に基板表面に存在している水分を蒸発させる塗布前ベーク、塗布後レジスト中の溶剤を効果的に除去するためのブリベーク、現像後の溶剤を除去するためのポストベークなどの処理を適宜行うこともできる。特に、レジストがポジ型の場合、現像後にレジスト全面を露光、ベークして、レジストをそれ以上のレジスト塗布および現像処理に対し、不活性にする必要がある。

【0034】また、本発明の光表面実装用基板は前記のようなホトレジストを使用した場合に限定されず、遠紫外線レジスト、電子線レジスト、X 電レジスト、イオン線レジストなどを用いることによっても製造することができる。このようなレジストにもそれぞれポジ型とネガ型が存在するので、用途に応じて適宜選択して使用することができる。

【0035】以下、具体例により本発明の光導波路の製造を例証する。

#### 実施例 1

ネガ型ホトレジストとして、共栄社油脂製ライトエステル FM-108 および 1.6HX を 80 : 20 の重量比に混合し、更に重合開始剤 1 - ヒドロキシシクロヘキシルフェニルケトン を 2 重量部添加したものを使用し、図 3 ~ 図 1 3 の工程に従って導波路を 3 層積層した光表面実装基板を作成した。導波路長は 5 cm、各層のレジスト厚は 70  $\mu$  m である。パターン埋めにはカーボンを 5 % 混合したパラフィンを使用し、現像液はエチルアルコールを使用した。また、反射膜形成には (1) 回路形成後反射膜を成膜する場合には、銀アンモニア錯塩を蔗糖で分解する無電解メッキ法と金蒸着法を、(2) 各パターン形成ごとに反射膜を形成する場合には金蒸着法を使用した。反射膜厚はメッキでは 200 nm、蒸着では 100 nm とした。また露光は 4 kW メタルハライドランプを用いて 40 秒間行った。作成したパターンには最後にトリシクロペンタジエニルジメタクリレート 100 重量部に AIBN 4 重量部を添加した樹脂を注入し、80℃で 6 時間加熱して硬化させた。

【0036】作成した光表面実装基板について、導波路の一方の入口部よりレーザ光を入射し、反対面の出口部に設置した受光器で光強度を測定することにより導波路の光伝送特性を測定した。その結果、パターン形成後にメッキを行った光導波路の場合は 65 %、金蒸着では 60 % となった。また、各層でのパターン形成毎に蒸着を行った場合は 67 % であり、何れの製法でも光を有効に伝達できることが確認できた。

【0037】また、この検討の過程で、光導波路内に充填する材料の屈折率が 1.6 と高いために、光導波路の表面で反射が起こり、伝達される光強度が低下することが判明した。そのため、レーザ発光素子と入口部の間に屈折率 1.5 の透明シリコンゴムを挟んだところ、各条件において光強度はそれぞれ 68 %、63 %、70 % と増加した。

#### 【0038】実施例 2

ポジ型ホトレジストにシップレイ社製 AZ 1350 を使用し、図 1 4 ~ 図 3 0 に示した工程により導波路を 2 層積層した光表面実装基板を作成した。導波路長は 5 cm、各層のレジスト厚は 30  $\mu$  m である。パターン埋めにはカーボンを 5 % 混合したパラフィンを使用し、現像液は 1 % 炭酸ナトリウム水溶液とした。パターン形成後パラフィンを除去し、無電解銀メッキを施した後、導波路の光伝送特性を測定したところ、入射光の 70 % が出力として得られた。

【0039】次に、転写型による光表面実装用基板の製造について具体例を挙げて説明する。

#### 【0040】実施例 3

幅および長さがそれぞれ 25 mm で厚さが 300  $\mu$  m のニッケル基板 80 の表面に高さ 30  $\mu$  m、幅 30  $\mu$  m、長さ 3 mm、両端に 45° の端面を有する凸型パターン 82 を形成した転写型 84 を使用した (図 3 1 参照)。



この転写型 8 4 を空隙が 3 mm の射出成型装置 8 6 ( 図 3 2 参照 ) にセットし、アクリル樹脂 8 8 を用いて成型を行った。図 3 2 において、符号 9 0 は金型、9 2 はノズルを示す。成型した基板 9 4 の表面にアルミニウム被膜 9 6 を 4 0 0 nm の厚さで被着させた後、パターン全体を光透過性の紫外線硬化型コート剤 9 8 で被覆し、その表面に発光素子として波長 7 8 0 nm の半導体レーザ 1 0 0 を組み込んだ、幅および長さが 5 mm で厚さが 2 mm の光素子 1 0 2 と、受光素子としてシリコン光センサ 1 0 4 を組み込んだ同じ大きさの光素子 1 0 6 を位置決めして、エポキシ接着剤 1 0 8 により固着させた。得られた構造体を図 3 3 に示す。

#### 【 0 0 4 1 】 実施例 4

前記の転写型 8 4 を空隙が 3 mm の成型装置にセットし、メチルメタクリレート 1 0 0 重量部、アゾイソブチロニトリル ( A I B N ) 5 重量部を混合した樹脂を注入後、8 0 ° C で 2 4 時間反応させ成型を行った。得られた成型体を用いて、前記実施例 2 と同様にして導波路形成および素子実装を行った。

#### 【 0 0 4 2 】 実施例 5

前記の転写型 8 4 をエポキシ接着剤で厚さ 5 mm の鉄板上に接着し、その上に、ジシクロペンタジエニルジメタクリレート 1 0 0 重量部とチバガイギー社製イルガキュア 1 8 4 を 2 重量部混合した液体を塗布した後、信越シリコン社製シランカップリング剤 K B M 5 0 3 で処理したガラス基板をセットし、紫外線を照射して成型を行った。得られた成型体を用いて、前記実施例 2 と同様にして導波路形成および素子実装を行った。

【 0 0 4 3 】 前記のようにして得られた各光表面実装用基板の特性を測定したところ、発光素子より出るレーザ光のうち、実施例 3 では 6 0 % 、実施例 4 では 6 5 % 、実施例 5 では 6 5 % が受光部に到達することが確認でき、表面実装用基板として使用できることが確認できた。

#### 【 0 0 4 4 】 実施例 6

前記の凸形パターンを有する転写型 8 4 とは逆に、図 3 4 に示されるような凹形パターン 1 0 9 を有する転写型 1 1 0 を用いて光実装用基板を製造することもできる。転写型 1 1 0 を図 3 2 に示されたような射出成型装置 8 6 にセットし、アクリル樹脂を用いて成型を行った。得られた成型体 1 1 1 の基板パターンが形成されていない側の表面に発光素子として波長 7 8 0 nm の半導体レーザ 1 0 0 を組み込んだ、幅および長さが 5 mm で厚さが 2 mm の光素子 1 0 2 と、受光素子としてシリコン光センサ 1 0 4 を組み込んだ同じ大きさの光素子 1 0 6 を位置決めして、エポキシ接着剤 1 0 8 により固着させた。得られた構造体を図 3 5 に示す。図 3 5 に示す構造の光表面実装用基板の特性を測定したところ、発光素子より出るレーザ光のうち 7 5 % が受光部に到達することが確認できた。反射膜を形成しないにもかかわらず光表面実

装用基板として使用できることが確認できた。

【 0 0 4 5 】 凸形または凹形パターンの何れの転写型の場合も、射出成型法以外に、プレス成型、ロール成型、真空成型などの各種の成型方法を使用できる。凹形パターンの転写型も、凸形パターンの転写型と同様に、熱硬化性樹脂、光硬化性樹脂を使用して成型することも可能である。パターンを形成し、反射膜形成後に表面コートを行っているが、表面コートは省略することもできる。前記のようにして作製した基板はそのまま光回路用基板として使用できるが、更にこの上に通常の工程により電子回路用プリント基板を作製することも当然可能である。

【 0 0 4 6 】 前記に説明した光表面実装用基板は発光用光素子および受光用光素子の両方が基板の同一面に配置されているが、基板の両面に対向または対応するように配置することもできる。以下、このような両面型光表面実装用基板について実施例を挙げて詳細に説明する。

#### 【 0 0 4 7 】 実施例 7

厚さ 1 0 mm の透明な石英ガラス板 1 1 2 を基板とし、基板片面に、発光素子として波長 7 8 0 nm の半導体レーザ 1 0 0 を組み込んだ幅および長さ 5 mm で厚さ 2 mm の光素子 1 0 2 を配置し、更に、基板の反対面に、受光素子としてシリコン光センサ 1 0 4 を組み込んだ同じ大きさの光素子 1 0 6 を、前記発光素子と受光素子の光軸が一致するように位置決めしてエポキシ接着剤により基板表面に固着させた。得られた構造体を図 3 6 に示す。

#### 【 0 0 4 8 】 実施例 8

厚さ 5 mm のアルミ板 1 1 4 を基板とし、それに内径 0 . 5 mm の貫通孔 1 1 6 を設けた後、その表面を研磨し、更にエッチングして平滑にし、光導波路を形成し、両面型光実装用基板とし、その両面に前記実施例 7 に述べたように光素子を固着させた。得られた構造体を図 3 7 に示す。

#### 【 0 0 4 9 】 実施例 9

厚さ 3 mm のガラス基板 1 1 8 上にコート剤を 5  $\mu$  m 塗布し、全面に紫外線を照射して硬化した後、レジストを 3 0  $\mu$  m 厚に塗布し、その上にマスク ( 厚さ 0 . 3 mm のガラス板表面にクロムを蒸着し、幅 3 0  $\mu$  m 、長さ 3 mm の白抜きパターンを形成してある ) をセットし、パターンの長手方向に 4 5 ° 傾けた方向より平行光で露光し、その後、メチルアルコールで洗浄した。その後、銀鏡反応により表面全体に銀反射膜 1 2 0 を形成した後、パターン表面を研磨し、基板表面全体をコート剤 1 2 2 で 5 0  $\mu$  m 厚に被覆し、全面に紫外線を照射した。その後、コート剤層の表面に発光用光素子 1 0 2 を、そして、これに対向するように、基板表面に受光用光素子 1 0 6 を実施例 7 に述べたように固着させた。得られた構造体を図 3 8 に示す。図中、符号 1 2 4 は前記のリソグラフィ法により形成された光導波路である。光素子 1 0 2

の発光素子 1 0 0 から出た光は仮想線で示されるように、銀反射膜 1 2 0 で反射され、光素子 1 0 6 の受光素子 1 0 4 に入る。なお、前記のレジストにはトリシクロペンタジエニルジアクリレート：1 0 0 重量部、チバガイギー社製イルガキュア 3 6 5：5 重量部の混合物を用い、コート剤には共栄社油脂製ライトエステル F M - 1 0 8：5 0 重量部、同 1. 6 H X：5 0 重量部、チバガイギー社製イルガキュア 1 8 4：2 重量部を混合したものをを用いた。

【0 0 5 0】前記の実施例 7 ~ 9 で得られた両面型光表面実装用基板の特性を測定したところ、発光素子より出る光のうち、実施例 7 では 8 0 %、実施例 8 では 9 0 %、実施例 9 では 6 0 % が受光素子に到達することができ、両面型光表面実装用基板として使用できることが確認できた。

【0 0 5 1】上記の実施例において、実施例 7 および 8 では透明基板および機械加工貫通孔導波路により光を伝達しているが、貫通孔導波路はレジスト層中に、光リソグラフ法によっても形成できる。また、実施例 9 では、パターン形成後にメッキおよび表面コートを行っているが、これらを行わずにパターンを露出させたまま使うことも可能である。また、このような工程により作製した基板はそのまま光回路用基板として使用できるが、更にこの上に通常の工程により電子回路用プリント基板を作製することも当然可能である。

#### 【0 0 5 2】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の光表面実装用基板によれば、光信号は基板内に形成された光導波路を反射し、素子間に伝達される。これにより、基板表面に実装される光素子の配置の設計自由度が高まるばかりか、面倒で手数のかかる光軸合わせも比較的簡単に行うことができる。また、基板の両面に実装された 2 個の光素子のうち少なくとも一方の発光部と他方の受光部が相対するように位置決めし、光を途中で反射または屈折させることなく、直進させるだけで光授受を可能にすることもできる。更に、本発明によれば、光導波路を有する大面積の光表面実装用基板を常用のホトリソグラフィ技術により容易に大量生産することができる。また、予め光導波路に相当するパターンが形成された転写型を用いて基板表面に光導波路を転写することによっても、光表面実装用基板を安価に大量生産することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】基板内に光導波路が形成された本発明の光表面実装用基板の一例の部分概要断面図である。

【図 2】光導波路の内面に反射膜を設け、更に、導波路内に透明樹脂を充填させた光表面実装用基板の一例の部分概要断面図である。

【図 3】ネガ型ホトレジストによる本発明の光表面実装用基板の製造例の一例を示す工程図である。

【図 4】ネガ型ホトレジストによる本発明の光表面実装

用基板の製造例の一例を示す工程図である。

【図 5】ネガ型ホトレジストによる本発明の光表面実装用基板の製造例の一例を示す工程図である。

【図 6】ネガ型ホトレジストによる本発明の光表面実装用基板の製造例の一例を示す工程図である。

【図 7】ネガ型ホトレジストによる本発明の光表面実装用基板の製造例の一例を示す工程図である。

【図 8】ネガ型ホトレジストによる本発明の光表面実装用基板の製造例の一例を示す工程図である。

【図 9】ネガ型ホトレジストによる本発明の光表面実装用基板の製造例の一例を示す工程図である。

【図 1 0】ネガ型ホトレジストによる本発明の光表面実装用基板の製造例の一例を示す工程図である。

【図 1 1】ネガ型ホトレジストによる本発明の光表面実装用基板の製造例の一例を示す工程図である。

【図 1 2】ネガ型ホトレジストによる本発明の光表面実装用基板の製造例の一例を示す工程図である。

【図 1 3】ネガ型ホトレジストによる本発明の光表面実装用基板の製造例の一例を示す工程図である。

【図 1 4】ポジ型ホトレジストによる本発明の別の光表面実装用基板の製造例の一例を示す工程図である。

【図 1 5】ポジ型ホトレジストによる本発明の別の光表面実装用基板の製造例の一例を示す工程図である。

【図 1 6】ポジ型ホトレジストによる本発明の別の光表面実装用基板の製造例の一例を示す工程図である。

【図 1 7】ポジ型ホトレジストによる本発明の別の光表面実装用基板の製造例の一例を示す工程図である。

【図 1 8】ポジ型ホトレジストによる本発明の別の光表面実装用基板の製造例の一例を示す工程図である。

【図 1 9】ポジ型ホトレジストによる本発明の別の光表面実装用基板の製造例の一例を示す工程図である。

【図 2 0】ポジ型ホトレジストによる本発明の別の光表面実装用基板の製造例の一例を示す工程図である。

【図 2 1】ポジ型ホトレジストによる本発明の別の光表面実装用基板の製造例の一例を示す工程図である。

【図 2 2】ポジ型ホトレジストによる本発明の別の光表面実装用基板の製造例の一例を示す工程図である。

【図 2 3】ポジ型ホトレジストによる本発明の別の光表面実装用基板の製造例の一例を示す工程図である。

【図 2 4】ポジ型ホトレジストによる本発明の別の光表面実装用基板の製造例の一例を示す工程図である。

【図 2 5】ポジ型ホトレジストによる本発明の別の光表面実装用基板の製造例の一例を示す工程図である。

【図 2 6】ポジ型ホトレジストによる本発明の別の光表面実装用基板の製造例の一例を示す工程図である。

【図 2 7】ポジ型ホトレジストによる本発明の別の光表面実装用基板の製造例の一例を示す工程図である。

【図 2 8】ポジ型ホトレジストによる本発明の別の光表面実装用基板の製造例の一例を示す工程図である。

【図 2 9】ポジ型ホトレジストによる本発明の別の光表



面実装用基板の製造例の一例を示す工程図である。

【図 3 0】ポジ型ホトレジストによる本発明の別の光表面実装用基板の製造例の一例を示す工程図である。

【図 3 1】凸形パターンを有する転写型の一例の概要斜視図である。

【図 3 2】図 3 1 に示された凸形パターンを有する転写型を用いた射出成型による基板作製を示す概念図である。

【図 3 3】凸形パターンを有する転写型から作製された基板に光素子を実装した構造体の概要断面図である。

【図 3 4】凹形パターンを有する転写型の一例の概要斜視図である。

【図 3 5】凹形パターンを有する転写型から作製された基板に光素子を実装した構造体の概要断面図である。

【図 3 6】透明基板の両面に光素子を対向するように配置させた構造体の概要断面図である。

【図 3 7】基板に設けた貫通孔導波路により基板両面の間で光の授受ができるように、基板の両面に光素子を対向するように配置させた構造体の概要断面図である。

【図 3 8】反射型導波路を透明基板の片側に設け、基板の両面に光素子を対向するように配置させた構造体の概要断面図である。

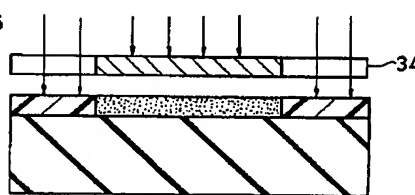
【符号の説明】

- 1 光導波路
- 3 基板
- 5 第 1 のホトレジスト層
- 7 第 2 のホトレジスト層
- 10 発光素子
- 12 光信号
- 14 受光素子
- 20 光信号入口部
- 22 光信号出口部
- 24 水平光信号伝搬部
- 26 光信号反射用傾斜面
- 30 反射膜
- 32 透明樹脂
- 34 第 1 のホトマスク
- 36 第 2 のホトマスク
- 38 未露光ホトレジスト

【図 3】

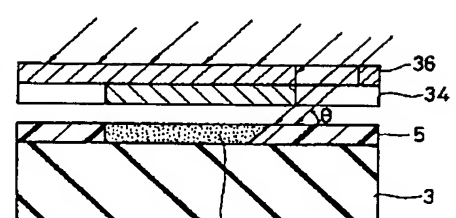


【図 4】



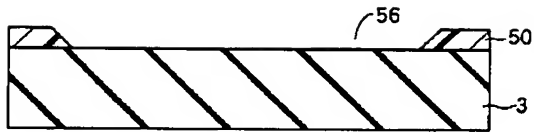
- 40 導波路パターン
- 42 第 3 のホトマスク
- 50 ポジ型の第 1 のホトレジスト層
- 52 ポジ型の第 1 のホトマスク
- 54 ポジ型の第 2 のホトマスク
- 56 第 1 の導波路パターン
- 58 ポジ型の第 2 のホトレジスト層
- 60 ポジ型の第 3 のホトマスク
- 62 ポジ型の第 3 のホトレジスト層
- 64 ポジ型の第 4 のホトマスク
- 66 ポジ型の第 5 のホトマスク
- 68 第 2 の導波路パターン
- 70 ポジ型の第 4 のホトレジスト層
- 72 ポジ型の第 6 のホトマスク
- 80 基板
- 82 凸形パターン
- 84 転写型
- 86 成型機
- 88 樹脂
- 90 金型
- 92 ノズル
- 94 成型体
- 96 反射膜
- 98 コート剤層
- 100 発光素子
- 102 光素子
- 104 受光素子
- 106 光素子
- 108 接着剤
- 109 凹形パターン
- 110 転写型
- 111 成型体
- 112 透明基板
- 114 基板
- 116 貫通孔導波路
- 118 透明基板
- 120 反射膜
- 122 コート剤層
- 124 レジスト導波路

【図 5】

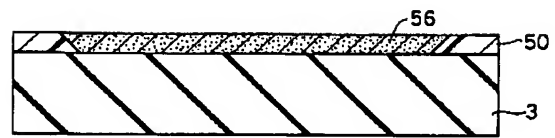




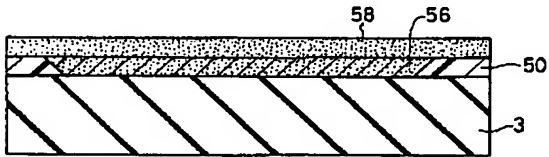
【図 1 6】



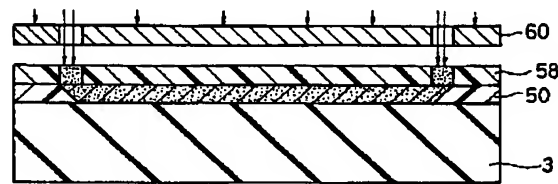
【図 1 7】



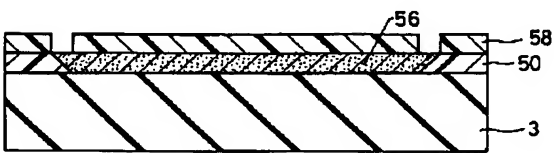
【図 1 8】



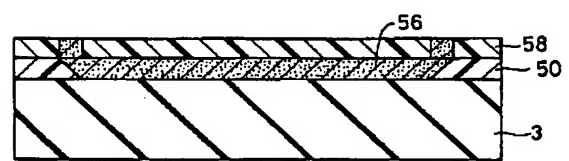
【図 1 9】



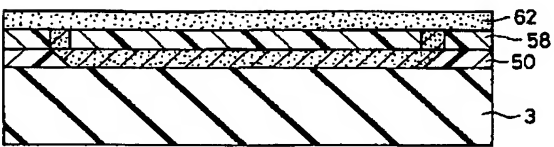
【図 2 0】



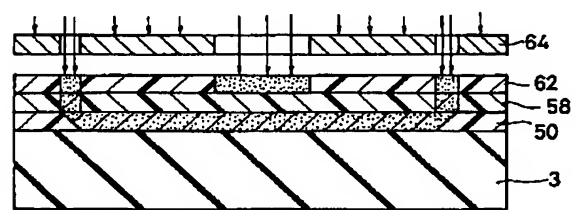
【図 2 1】



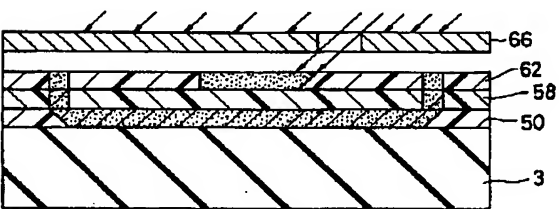
【図 2 2】



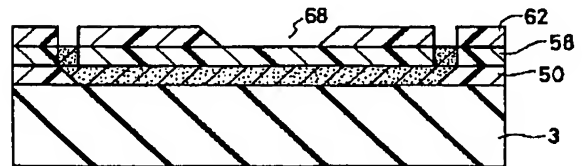
【図 2 3】



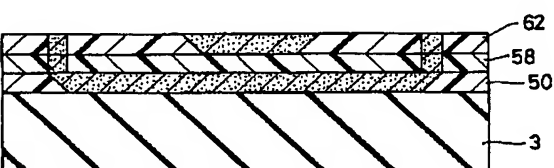
【図 2 4】



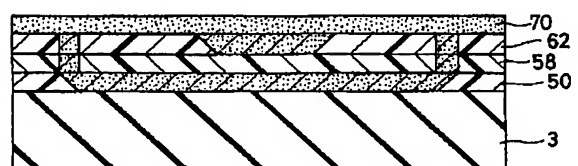
【図 2 5】



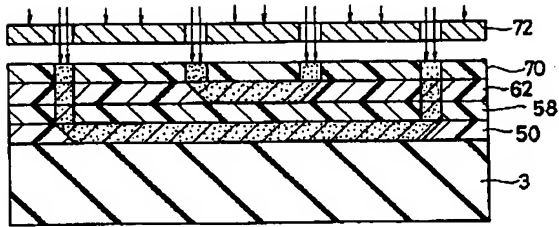
【図 2 6】



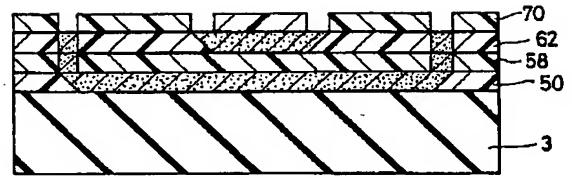
【図 2 7】



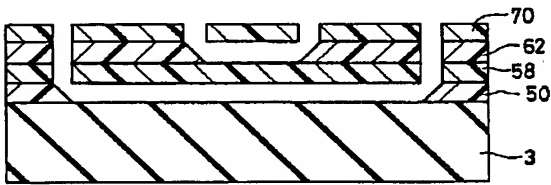
【図28】



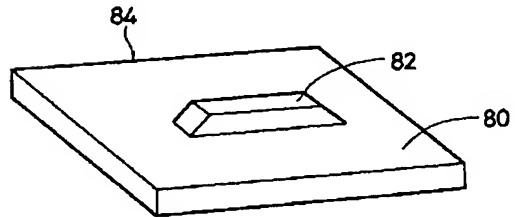
【図29】



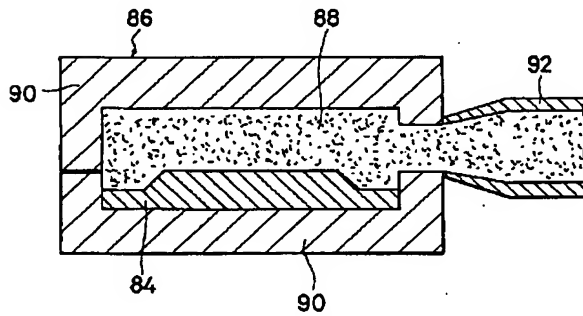
【図30】



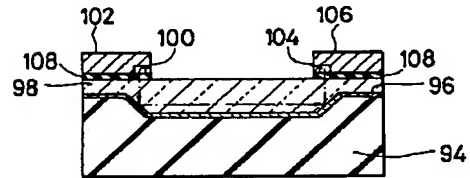
【図31】



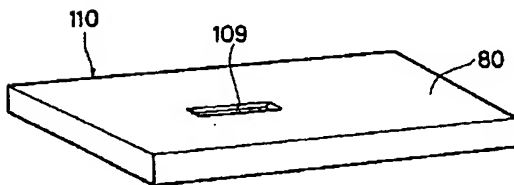
【図32】



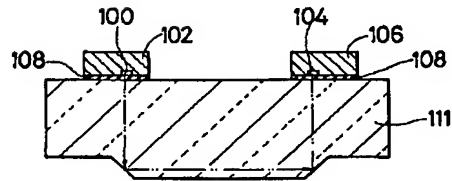
【図33】



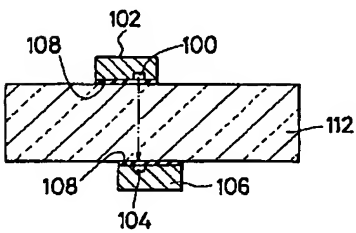
【図34】



【図35】



【図36】



【図37】

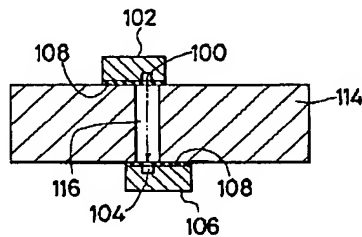


Fig. 1 is a cross-sectional view of a semiconductor device. The device includes a substrate 100 with a top layer 102 and a bottom layer 106. A central region 108 is defined by a top layer 124 and a bottom layer 122. A central region 118 is defined by a top layer 108 and a bottom layer 104.